

# L'aviation civile : préserver l'avance de la France et de l'Europe

## Rapport sur les perspectives de l'aviation civile à l'horizon 2040

Par M. Roland Courteau, sénateur

*Face au durcissement de la concurrence internationale et aux défis du transport aérien dans les trente prochaines années, la France et l'Europe pourront-elles préserver leur avance au-delà d'une génération dans le champ industriel directeur qu'est l'aviation civile, sachant que l'avenir de ce secteur de pointe de l'industrie se décide aujourd'hui ?*

**Le transport aérien a accompli d'immenses progrès en quarante ans** : tandis que le nombre de passagers a été multiplié par 10 et le volume du fret par 14, la consommation a été réduite de moitié – un A380 rempli à 80 % ne consomme que 3 litres aux 100 kms par passager – et le bruit d'un facteur 8. Depuis 1986, la sécurité des vols, mesurée par le nombre d'accidents mortels, a été améliorée d'un facteur 5.

**Pour la France, l'aviation civile est une industrie majeure** : 330 000 emplois directs, 1 000 000 d'emplois directs et indirects, 75 milliards d'euros de chiffre d'affaires, 18 milliards d'euros d'exportation. Elle est, à la fois, très implantée en France (70 % des emplois) et complètement impliquée dans la mondialisation. À titre d'illustration de cette imbrication, l'A380 comprend 4 millions de composants industriels fabriqués par plus de 4 000 entreprises, dont 1 500 situées à l'étranger. C'est également **une industrie qui a un très fort pouvoir de diffusion transversale de ses innovations technologiques dans l'ensemble du tissu industriel français.**

**Qu'en sera-t-il dans trente ans ?**

### ***I. Une augmentation du trafic aérien qui confrontera l'aviation civile à plusieurs défis***

Sur la base de 2,5 milliards de passagers en 2010 et d'un taux de progression de 4,6 % à 4,8 %, le trafic doublera entre 2030 et 2040.

**Cette croissance du trafic va confronter l'aviation civile à un quadruple défi :**

- la baisse de la consommation unitaire des avions en kérosène – dans un contexte prévisible d'**augmentation des prix du carburant** ;
- l'amélioration de l'**efficacité de la navigation aérienne**. Le dernier rapport d'Eurocontrol montre que la situation se dégrade depuis 2003 : plus de 18 % des vols en Europe accusent un retard de plus de quinze minutes ;

- l'accroissement des **capacités d'accueil des aéroports** ;
- l'apparition d'un nouvel acteur : les **drones civils**. Actuellement, il n'existe qu'un millier d'opérateurs aux États-Unis d'Amérique et 127 en France. Mais les autorités nord-américaines prévoient 10 000 drones dans le ciel américain en 2017 et 30 000 drones en 2025. **L'Europe suivra et, à terme, un problème de concurrence d'usage de l'espace aérien se posera.**

### ***II. Les réponses scientifiques et technologiques***

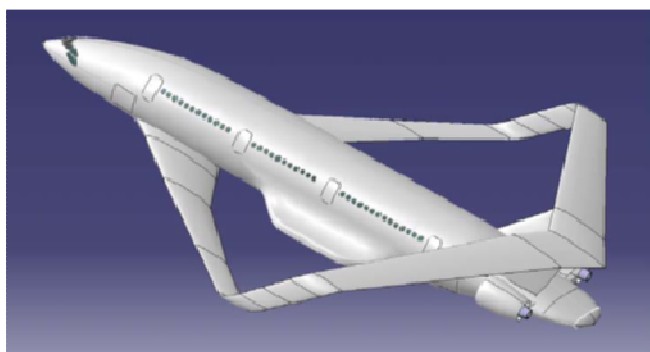
Pour faire face à ces défis, un déploiement très important de compétences scientifiques et technologiques est donc nécessaire. Étant précisé que **ces avancées devront progresser frontalement, à défaut de quoi des goulets d'étranglement apparaîtraient.**

Parallèlement, une autre question se pose. Les avions qui seront lancés en 2025-2030 et qui succéderont aux modèles sortis récemment ou en voie d'être lancés (A350, A320 Neo, B787), seront-ils conçus, comme par le passé, sur la base d'une **forte poussée technologique** qui atteint ses limites **ou** sur la base de **ruptures technologiques fortes** ?

#### **1. La construction aéronautique**

##### **a) Les réponses scientifiques et technologiques**

- **Les architectures des avions** n'ont que peu évolué depuis soixante ans. Des pistes sont explorées en vue d'une rupture technologique (aile haubanée, aile rhomboédrique, aile volante). Mais il n'est pas certain qu'elles puissent déboucher sur des applications pratiques avant 2030.



- **La propulsion intégrée**, c'est-à-dire l'inclusion des moteurs au fuselage, offre probablement des perspectives de mise en œuvre moins lointaines.
- Les améliorations de **la motorisation des turboréacteurs** pourraient, d'abord, porter sur les parties chaudes du moteur (amélioration du cycle de combustion, substitution des céramiques à certaines parties métalliques en vue de gains de masse).  
Les parties « froides » des moteurs, essentielles à l'efficacité de la propulsion, seront également concernées. Dans ce cadre, les moteurs à hélices contrarotatives permettraient des gains bruts de combustion de l'ordre de 30 %. Mais l'introduction de cette technologie pose différents problèmes. L'absence de carène augmente la traînée, diminue l'aérodynamisme, augmente le bruit et laisse, également, en suspens des problèmes de sécurité : par exemple, une pale d'hélice se désolidarisant et allant percuter le fuselage.
- **Les progrès de l'avionique** vont concerner le *cockpit*, la numérisation des communications entre les avions et le sol et entre eux, et également la substitution des systèmes électriques aux systèmes hydrauliques et mécaniques dont des gains de poids importants sont attendus.

## b) Les technologies transversales

Les progrès de la construction aérienne, comme ceux des autres secteurs industriels, se nourriront des technologies transversales émergentes.

### • Les nouveaux matériaux

L'inclusion croissante de **composites dans l'aérostructure** (5 % pour un A320, 53 % pour l'A350) est un facteur de gains de masse décisif. Une tonne en moins dans l'aérostructure aboutit à économiser 6 000 tonnes de kérosène sur la durée de vie de l'avion.

Mais cette technologie pose des problèmes, d'une part, de foudroiement car les composites ne forment pas une cage de Faraday, ce qui oblige à les « grillager », réduisant les gains de masse, et, d'autre part, de vieillissement car la durée de vie des composites dans les conditions d'usage d'un avion est beaucoup moins connue que celle de l'aluminium.

### • L'informatique

Les techniques informatiques interviennent de façon croissante dans la conception et dans le fonctionnement des avions avec des niveaux critiques beaucoup plus exigeants que pour les usages terrestres. Pour une ligne de code de conception, doivent être déployés au moins quatre lignes de codes de vérification.

C'est pourquoi – comme les architectures modulaires intégrées qui permettent, grâce à un ordinateur central, d'éviter de démultiplier les binômes « un calculateur-une fonction » et donc d'opérer des gains de masse – devront être adaptés aux contraintes, très exigeantes, de sûreté du transport aérien.

## 2. Les biocarburants

**Le doublement escompté du trafic ferait passer la demande mondiale annuelle de l'aviation civile en kérosène de 250 millions de tonnes à 500 millions de tonnes.** Ce surcroît de demande pourrait être en partie absorbé par les progrès technologiques et la modernisation de la navigation aérienne. Mais, en tout état de cause, un besoin annuel supplémentaire de kérosène de 100 millions de tonnes subsistera, dont on ignore s'il pourra être satisfait par l'offre mondiale d'hydrocarbures.

**Ce constat renvoie donc à la nécessité de développer les biokérosènes.**

- La **première génération** de production de biokérosène par **hydrotraitement des huiles** en est au stade de la démonstration industrielle ; elle permet une réduction nette de 30 % des émissions de gaz à effet de serre mais a l'inconvénient d'entrer en concurrence avec les usages agricoles : pour

fabriquer le kérosène nécessaire au trafic aérien de l'Union européenne, il faudrait mobiliser à cette fin 24 % des terres agricoles.

- **La seconde génération** qui repose sur la **gazéification de la biomasse** est plus prometteuse (60 % de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et 8 % des terres agricoles mobilisées). Mais son déploiement repose sur des investissements très coûteux dont le retour financier pourrait être supérieur à dix ans.
- **Les biokérosènes de troisième génération** fabriqués à partir de **microalgues** n'ont pas les inconvénients des deux premières filières. Mais cette filière n'est pas mûre technologiquement et aboutit à des prix de référence trop élevés (de 3 € et à 6 € le litre alors que le coût du kérosène fossile est de l'ordre de 0,72 €).

### 3. Les aéroports

Les axes de recherche dans ce domaine portent sur :

- **la centralisation des facteurs opérationnels de l'aéroport** et la coopération des actions (autorités aéroportuaires, contrôles de police des frontières, contrôles de sécurité, compagnies aériennes, etc.) ;
- **la rationalisation des interventions sur les pistes** (maintenance, ravitaillements divers, circulations des véhicules) ;
- **l'amélioration de la fluidité de la circulation des passagers** (contrôle de sécurité en continu grâce à des « couloirs d'inspection » utilisant des technologies reposant sur les ondes émises par le corps humain, moins agressives que les scanners) ;
- **la sécurisation des flux des bagages** (3 % des bagages sont égarés dans le monde, ce qui représente une perte de 3 milliards d'euros par an pour les compagnies) ;
- **le déploiement d'une intermodalité plus efficace** avec les lignes de train à grande vitesse (offre unique de billet « air-rail », réduction des délais d'attente entre les deux modes de transport ; fluidification des transports de passagers et des bagages).

### 4. La navigation aérienne

**La navigation aérienne est le segment de la chaîne de valeur de l'aviation civile qui pourrait poser le plus de problème en cas d'accroissement du trafic.**

L'Union européenne a lancé un programme de modernisation : « SESAR ». Ce système repose sur le positionnement numérisé, en quatre dimensions, des avions qui, à terme, devrait permettre d'optimiser leur trajectoire et de réduire les délais de route.

**Mais la mise en œuvre de ce programme**

**ambitieux, dont la réalisation s'étalera jusqu'en 2025, suscite des interrogations.**

En effet, il est très coûteux pour les compagnies aériennes (qui devront supporter 23 milliards d'euros de coût d'équipement et surtout de rééquipement des avions sur les 30 milliards de coût du déploiement des installations). Alors même que les progrès de productivité qu'elles peuvent en escompter ne seront tangibles que lorsque 60 % à 80 % du parc sera équipé. Ce qui pose un problème de préfinancement et de motivation pour agir en ce sens.

En second lieu, l'application du programme « SESAR » implique la **mise en place de systèmes de cybersécurité excluant totalement une intrusion.**

Enfin, l'automatisation constante des procédures de contrôle aérien suppose qu'un effort très conséquent de formation soit accompli, en particulier dans le domaine des interfaces hommes-machines.

### 5. Les drones

A terme, dans cette filière industrielle, il s'agira de parvenir à assurer la coexistence de dizaines de milliers de drones et du trafic aérien classique (sûreté de fonctionnement des systèmes et sécurité informatique à très haut niveau).

### III. Des soutiens publics à la recherche en voie d'altération

La position de la France et de l'Europe résulte de soutiens publics constants à la recherche et au développement dans un secteur de pointe où l'industrie investit fortement (17 % de son chiffre d'affaires).

Or, face à une concurrence internationale qui se renforcera avec l'arrivée d'un nouvel acteur, la Chine, **toute diminution de ces financements compromettrait durablement l'avance prise.**

Dans ce domaine, si les financements européens se maintiennent (sous réserve des dispositions du 8ème Programme cadre de recherche et de développement), un **affaissement des soutiens nationaux** se manifeste, d'autant plus préoccupant qu'il concerne des segments de la chaîne de recherche indispensables à la conception des avions qui seront lancés en 2025-2030, principalement sur deux points :

#### 1. La baisse des soutiens à l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA)

Ces subventions allouées par la Direction générale de l'aviation civile (DGCA) ont subi, depuis 2011, un collapsus brutal, passant de 140 millions d'euros annuels à 60 millions, alors que, dans le même temps, les crédits allemands correspondants ont doublé.

## 2. La « feuille de route » du Conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC) n'est pas financée

Le CORAC a détaillé trois projets (usine du futur, systèmes avancés, nouvelles architectures) qui sont destinés à préparer les ruptures technologiques de 2030. La bonne fin de ces recherches conditionne assez largement la préservation d'une avance technologique patiemment construite au fil des ans. Au regard des enjeux, l'enveloppe financière nécessaire est relativement modeste (400 millions d'euros sur six ans - la même somme étant prise en charge par l'industrie).

### IV. Propositions

#### A. Maintenir dans le long terme les soutiens à la recherche aéronautique

1. Remettre à niveau dans la durée les crédits alloués à l'ONERA ;
2. Assurer le financement des projets de recherche du CORAC ;
3. Mener une action de recherche spécifique à la **turbopropulsion** qui pourra représenter un segment de marché intéressant en cas de hausse des prix des carburants ;
4. Créer une **alliance de recherche dans l'aéronautique** pour fédérer les acteurs, en particulier dans le domaine des technologies transversales (nouveaux matériaux, conception et vérification informatiques).

#### B. Anticiper le développement du marché des drones

1. Créer une **mission interministérielle aux drones** afin d'amorcer la création d'une filière industrielle, dont le rôle serait :
  - de donner une plus grande **lisibilité réglementaire** dont les industriels ont besoin, cela pour trancher le débat sur l'évolution des drones dans un espace ségrégué ou non avec l'aviation civile, et pour développer des normes de certification et de formation des matériels et des pilotes ;
  - d'activer une **politique de commandes publiques pour des usages régaliens** (par exemple, surveillance des forêts, des routes, des lignes ferroviaires, des installations nucléaires ou des frontières) ;
  - d'insister sur les **points forts de l'offre française** (drones-hélicoptères civils, systèmes de sûreté et de sécurité des communications).

2. Activer la mise en place d'une **réglementation européenne** pour les drones de plus de 150 kg.

#### C. Soutenir les progrès de la filière biokérosène à l'échelon européen

1. Favoriser, en le subventionnant, un déploiement industriel significatif des **biokérosènes de deuxième génération** (gazéification de la biomasse) ;
2. Activer, dans le cadre du 8ème PCRD, les **recherches sur les biocarburants de troisième génération** (microalgues).

#### D. Surveiller, au plan international, l'établissement des normes convergentes pour les deux systèmes de rénovation de la navigation aérienne (« SESAR » pour l'Europe, « NEXTGEN » pour les Etats-Unis d'Amérique).

#### E. Accorder une forte attention à la formation des hommes

1. Répondre aux besoins spécifiques de formation de l'industrie aéronautique par l'**amplification de l'enseignement en alternance** ;
2. Anticiper le choc de l'introduction de la **numérisation de la navigation aérienne** en formant les contrôleurs et les pilotes et en accordant un soin particulier aux **interfaces hommes-machines** ;
3. Tirer les conséquences de la numérisation de l'économie en renforçant les **formations sur les logiciels embarqués** et en créant des formations propres à ce domaine.

#### F. Lancer une recherche sur les aéroports de l'avenir

Confier à « Aéroports de Paris » une mission d'exploration pour **fédérer, à l'échelon européen, la recherche** dans trois domaines :

- l'**unification des fonctions opérationnelles** des aéroports ;
- l'**amélioration de la fluidité des opérations de contrôle de sécurité** et d'acheminement des passagers et des bagages ;
- le **développement de l'intermodalité**.

Le rapport est consultable à l'adresse suivante :  
<http://www.senat.fr/notice-rapport/2012/r12-658-notice.html>

Juillet 2013